

(5)

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

BACK

5/5



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 06338491

(43)Date of publication of application: 06.12.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
 B41J 2/385  
 C23C 16/44  
 G03G 5/08  
 H01L 21/205  
 H01L 31/04

(21)Application number: 05126848

(71)Applicant:

KYOCERA CORP

(22)Date of filing: 28.05.1993

(72)Inventor:

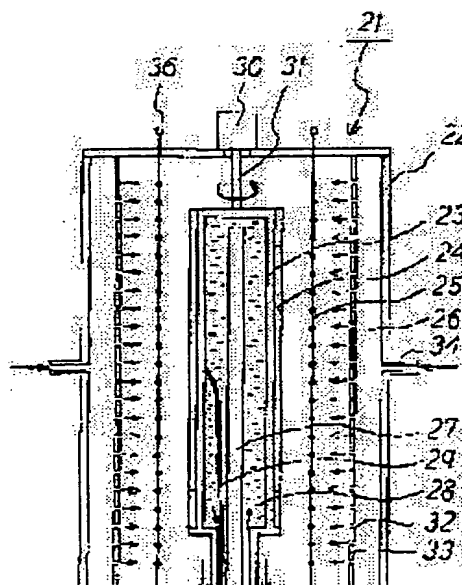
HIGUCHI HISASHI

(54) CATALYZER CVD DEVICE

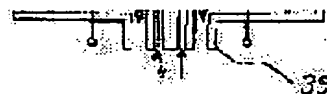
(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a catalyzer CVD device for an electrophotography photosensitive body having excellent mass-producibility which can form an a-Si film having an excellent film quality on a cylindrical base body, and which can at one time form the a-Si film on a plurality of planar base bodies or cylindrical base bodies.

**CONSTITUTION:** Inside a container 22 having a gas flow hole 32 on an inner peripheral surface, a cylindrical heat catalyzer 25 and a base body supporter 23 having respectively large or small diameters are so arranged that their center axes are almost aligned with each other, and also the heat catalyzer 25 is so structured that gas permeates the catalyzer 25 and a film-forming base body 24 is



provided on the outer peripheral surface of the base body supporter 23 and basic body temperature setting means is provided inside.



---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)[BACK](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-338491

(43)公開日 平成6年(1994)12月6日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/31		C		
B 4 1 J 2/385				
C 2 9 C 16/44		B		
		7376-424	B 4 1 J 3/ 16 H 0 1 L 31/ 04	1 0 1 V
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 20 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平5-128848  
(22)出願日 平成5年(1993)5月28日

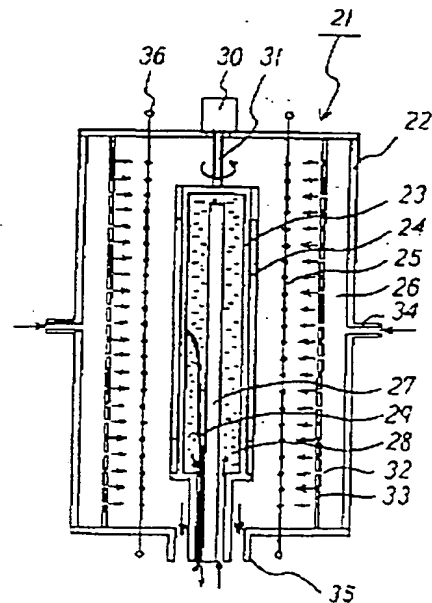
(71)出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22  
(72)発明者 樋口 永  
滋賀県八日市市龍清町長谷野1166番地の6  
京セラ株式会社滋賀工場内

## (54)【発明の名称】 触媒CVD装置

## (57)【要約】

【目的】 円筒状基体に良好な膜質のa-Si系膜を形成できる、電子写真感光体用の触媒CVD装置を提供する。また、一度に複数個の平板状基体または円筒状基体にa-Si系膜を形成できる、量産性に優れた電子写真感光体用の触媒CVD装置を提供する。

【構成】 内周面にガス吹き出し孔32を有する容器22の内部に、それぞれ大小の径を有する筒状の熱電体25と基体支持体23とを中心軸がほぼ同一となるように設置すると共に、上記熱電体25をガスが透過する構造と成し、上記基体支持体23の外周面に被成膜用基体24を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成ることを特徴とする触媒CVD装置。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内周面にガス吹き出し孔を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有する筒状の熱熱媒体と基体支持体とを中心軸がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱熱媒体をガスが透過する構造と成し、上記基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成る熱熱CVD装置。

【請求項2】 中心部にガス吹き出し手段を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有する筒状の基体支持体と熱熱媒体とを中心軸がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱熱媒体をガスが透過する構造と成し、上記基体支持体の内周面に被成膜用基体を設け且つ外側に基体温度設定手段を付設して成る熱熱CVD装置。

【請求項3】 中心部にガス吹き出し手段を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有するように同心円状に配列した複数の基体支持体と筒状の熱熱媒体とを中心がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱熱媒体をガスが透過する構造と成し、上記複数の基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成る熱熱CVD装置。

【請求項4】 平板状のガス吹き出し手段を有する容器の内部に、該ガス吹き出し手段とほぼ平行となるように平板状の熱熱媒体と直線状に配列された複数の基体支持体とを順次並設すると共に、上記熱熱媒体をガスが透過する構造と成し、上記複数の基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成る熱熱CVD装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱熱CVD法によって基体上にアモルファスシリコン系の薄膜を形成するための、熱熱CVD装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、アモルファスシリコン（以下、a-Siと略す）系の材料を用いた電子写真感光体や太陽電池、イメージセンサ、光センサ、TFT（薄膜トランジスタ）等の製作には、主にグロー放電プラズマCVD法による成膜装置が広く用いられてきた。このグロー放電プラズマCVD法による成膜装置でa-Si電子写真感光ドラムを製作する場合には、図20に示すようなグロー放電プラズマCVD装置1が用いられる。同図はその装置1の概略構成図であって、円筒状の真空容器2のほぼ中央に配置した円筒状の導電性基体上に、グロー放電プラズマによりa-Si系膜を成膜するものである。これによれば、基体支持体3に保持された導電性基体4を接地電極とし、これを等距離で囲んだ中空の円筒状の金属電極を、高周波電力印加電極5とする。電極5には、成膜用の原料ガスを導入するガス導入管6が接続されており、電極5の内周面に設けられたガス吹き出し孔7から、基体4に向けて両電極間に原料ガスが導入され

る。電極5の上下には、接地との絶縁のための絶縁リング8、8'が設けられ、電極5と基体4との間には、高周波電源9が接続されている。支持体3の内部には、ニクロム線やカートリッジヒーターなどからなる基体加熱手段10が設けられていて、基体4を所望の温度に設定することができる。また、支持体3と基体4は、回転用のモーター11と回転伝達手段12により、一体で回転させることができ、膜厚や膜質の均一化を図っている。この装置を用いてa-Si系膜の成膜を行なうに当たっては、所定の流量やガス比に設定された原料ガスを、ガス導入管6からガス吹き出し孔7を介して両電極間に導入すると共に、真空ポンプ（図示せず）に接続された排気配管13からの排気量を調整することにより、所定のガス圧力に設定する。その後、高周波電源9により高周波電力を印加して、両電極間にグロー放電プラズマを発生させて原料ガスを分解し、所望の温度に設定した基体4上にa-Si系膜を成膜する。

【0003】しかしながら、上記のグロー放電プラズマCVD法では、成膜中のa-Si系膜の表面がプラズマによりダメージを受けるため、膜特性の向上や積層膜の界面特性の制御に限界があるという問題点があった。また、成膜装置等にグロー放電プラズマ発生用の高価な高周波電源が必要であるという問題点もあった。さらに、高周波によるグロー放電プラズマの発生に伴って、電力の一部が高周波ノイズとして成膜装置の各部や外部に漏洩し、ガス流量やガス圧力あるいは基体温度の各種制御機器の誤動作を引き起こすという問題点もあった。

【0004】加えて、プラズマによる分解生成物は、真空容器内の基体以外の部位、すなわち電極や容器の内壁、排気配管系等にも付着し堆積する。そのため、a-Si系膜の成膜中に副生成物として黄色の易燃性粉体が多量に発生し、その粉体が成膜中の基体表面に飛来して、成膜欠陥の発生原因となっていた。また、成膜毎に反応炉内の粉体洗浄作業を必要とし、しかもその取扱いに危険が伴うという問題点もあった。

【0005】これらの問題点に対処し、a-Si系膜の特性を改善することを目的として、近年、特開昭63-40314号、特開昭63-234514号、特開昭63-234515号、特開平2-224227号、特開平3-239320号等に、熱熱CVD法と呼ばれる成膜方法およびその装置が提案されている。

【0006】この熱熱CVD装置を、図19に示す装置の概略図に基づいて説明する。真空容器からなる反応室14内には、基体の保持と加熱が可能な基体保持台15が設置され、その上面に基体16が保持される。基体16の上部には、適当な間隔を置いてタングステン等からなる熱熱媒体17が配置され、その熱熱媒体17を通過して基体上に原料ガスを供給出来るように、ガス導入管18が設置される。19は真空ポンプ、20は基体加熱手段としてのヒーターである。この装置によりa-Si

系膜を成膜するには、真空ポンプ19により真空状態に排気した反応室14内に、 $\text{SiH}_4$ と $\text{H}_2$ の混合ガスなどからなる原料ガスをガス導入管18より導入し、1000～1400℃に加熱された熱触媒体17を通過させて触媒反応を起こさせ、その反応により分解生成した反応生成物を基体16上に到達させて、 $\text{a-Si}$ 系膜を堆積させる。

【0007】この触媒CVD法によれば、成膜反応においてプラズマによるダメージがないため、優れた特性の膜が得られ、積層膜の界面特性も良好となる。また、 $\text{a-Si:H}$ 膜中の水素含有量の低減が可能となることにより $\text{a-Si:H}$ 膜の光学的バンドギャップが小さくなるために、太陽電池の光電変換効率が向上し、太陽電池やイメージセンサにおける光劣化が改善され、TFTでのキャリア移動度が改善されるなどの利点を有する。

【0008】

【発明が解決しようとする問題点】しかしながら、上記各提案の装置においては平板状の被成膜基体であり、その他の基体形状、例えば電子写真感光ドラムとして使用される円筒状基体に適した装置については、十分に開示されていなかった。

【0009】そこで、本発明者が円筒状基体に触媒CVD法により成膜形成したところ、装置の構成上、成膜に際して高温に加熱された熱触媒体を基体の近くに配置するため、基体が熱触媒体からの輻射熱により加熱され、基体温度の制御が困難になるという問題点があることが判明した。このような問題点は、平板状基体を用いても同様に提起されている。すなわち、特開平3-239320号には、高温の触媒管からの輻射熱による基体の加熱を防止するための、気体が通過可能な輻射遮断層材を設けることが開示されている。そこで、本発明者が上記公報の提案に基づいて、輻射遮断層材を設けた円筒状基体用触媒CVD装置を各種試作したところ、基体加熱の防止効果は得られたが、その反面、輻射遮断層材にも成膜し、これに伴ってガスの利用効率が低下するという問題が生じた。しかも、基体上の膜厚を電子写真感光体として必要な数十 $\mu\text{m}$ まで厚くするために成膜時間を長くした場合、輻射遮断層材に成膜した膜が応力のために剥がれて基体に飛来し、基体上の膜に成膜欠陥を発生させるという問題点もあった。加えて、円筒状基体に成膜する際には、その基体の外周面にわたって均等に原料ガスが供給されることが必要であり、それに応じた触媒CVD装置は提案されていなかった。

【0010】本発明は上記の問題点を解決して完成されたものであり、その目的は、輻射遮断層材を設けなくても基体温度を所定の範囲に設定できるとともに、原料ガスの利用効率を高めることができる、高品質の $\text{a-Si}$ 系膜を用いた電子写真感光ドラムを製作するための、触媒CVD装置を提供することにある。

【0011】

【問題点を解決するための手段】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置は、内周面にガス吹き出し孔を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有する筒状の熱触媒体と基体支持体とを中心軸がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱触媒体をガスが透過する構造と成し、上記基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成ることを特徴とする。

【0012】本発明の請求項2に係る触媒CVD装置は、中心部にガス吹き出し手段を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有する筒状の基体支持体と熱触媒体とを中心軸がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱触媒体をガスが透過する構造と成し、上記基体支持体の内周面に被成膜用基体を設け且つ外側に基体温度設定手段を付設して成ることを特徴とする。

【0013】また、本発明の請求項3に係る触媒CVD装置は、中心部にガス吹き出し手段を有する容器の内部に、それぞれ大小の径を有するように同心円状に配列した複数の基体支持体と筒状の熱触媒体とを中心がほぼ同一となるように配設すると共に、上記熱触媒体をガスが透過する構造と成し、上記複数の基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成ることを特徴とするものであり、量産に適した触媒CVD装置である。

【0014】更に、本発明の請求項4に係る触媒CVD装置は、平板状のガス吹き出し手段を有する容器の内部に、そのガス吹き出し手段とはほぼ平行となるように平板状の熱触媒体と直線状に配列された複数の基体支持体とを順次並設すると共に、上記熱触媒体をガスが透過する構造と成し、上記複数の基体支持体の外周面に被成膜用基体を設け且つ内側に基体温度設定手段を付設して成ることを特徴とするものであり、量産に適した触媒CVD装置である。

【0015】

【実施例】以下、本発明の触媒CVD装置につき、実施例に基づいて詳細に説明する。

【例1】図1は本発明の請求項1に係る触媒CVD装置21の概略構成図であり、この図に対して2通りの構成を示す横断面図を図2または図3に示す。この装置21は、筒状の真空容器22のほぼ中央に配された円筒状もしくは多面体状の基体24上に、熱触媒体25を介してガス吹き出し手段26から原料ガスを供給し、触媒CVD法によって $\text{a-Si}$ 系の膜を成膜するものである。

【0016】真空容器22は、基体24のセットや取り出しが出来るように、容器の一部、例えば上蓋が開閉可能に形成される。23は基体支持体であり、その内部に加熱手段27と冷却手段28と温度検出手段29とが設けられていて、支持体23に装着される基体24の成膜時の温度を制御する。また、支持体23には回転伝達手段31を介して基体回転用のモーター30が接続されて

おり、成膜中に支持体23と基体24とが一体に回転される。ガス吹き出し手段26は、多数のガス吹き出し孔32を設けた内周面33を有し、この内周面33と真空容器22とにより、中空状に形成されており、ガス導入管34を介して原料ガスが導入される。35は、図示しない真空ポンプに接続されたガス排気配管である。容器22には、この他に真空度をモニターする圧力計（図示せず）も接続されている。

【0017】この装置21で用いる基体24の形状は、円筒状もしくは平板状であり、平板状基体を用いる場合には、図3に示すように複数個の基体をほぼ円筒状あるいは多面体状になるように基体支持体上に配置して、成膜を行なう。

【0018】基体24の材質は、製品の用途に応じて、導電性または絶縁性あるいは絶縁性基体の表面に導電処理を施したものが選択される。導電性基体としては、例えば、アルミニウム（Al）、ステンレススチール（SUS）、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、銅（Cu）、チタン（Ti）等の金属またはこれらの合金が挙げられる。

【0019】絶縁性基体としては、ホウ珪酸ガラスやソーダガラス、パイレックスガラス等のガラスや、セラミックス、石英、サファイヤ等の無機絶縁物、あるいはフッ素樹脂、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、ビニロン、エポキシ、マイラー等の合成樹脂絶縁物が挙げられる。これらの絶縁性基体は、必要に応じて、少なくとも成膜を行なう側の表面が導電処理される。この導電処理は、絶縁性基体の表面にITO（インジウム・スズ・酸化物）、酸化錫、酸化鉛、酸化インジウム、ヨウ化銅等の導電層や、Al、Ni、金（Au）等からなる金属層を、真空蒸着法、活性反応蒸着法、イオンプレーティング法、RFスパッタリング法、DCスパッタリング法、RFマグネトロンスパッタリング法、DCマグネトロンスパッタリング法、熱CVD法、プラズマCVD法、スプレー法、塗布法、浸漬法等で形成することで行なう。

【0020】基体24を保持する基体支持体23の形状は、触媒CVD装置21のように真空容器の中央に配置される場合、円筒状基体を保持する際には図2のように円筒状とし、平板状基体を保持する際には図3のように断面を多面体状とする。

【0021】この基体支持体23の内部には、熱触媒体25からの輻射熱を受けても成膜中の基体温度を所望の値に維持するために、温度検出手段29と加熱手段27と冷却手段28からなる基体温度制御手段を設ける。温度検出手段29としては、熱電対やサーミスタ等を用いて支持体23の外壁の温度を検出するように取り付け、外壁を介して支持体23に保持された基体24の温度状態をモニターしながら、温度調節器（図示せず）により

加熱手段27と冷却手段28を制御して、基体温度を所望の値に維持する。加熱手段27には、ニクロム線やシーズヒーター、カートリッジヒーター等の電気的なものや、油等の熱媒体が用いられる。冷却手段28には、空気や窒素ガス等の気体や、水、油等からなる冷却媒体が、基体支持体23内部を循環するようにして用いられる。この基体温度制御手段により、成膜中の基体温度は、100～500℃、好適には200～350℃の一定温度に制御される。

【0022】更に、支持体23は回転軸を備えており、容器22との接点には装置内部の真空を維持しつつ基体温度制御手段を機能させる回転機構が設けられる。このような回転機構としては、回転軸を二重もしくは三重構造としてオイルシールやメカニカルシール等の真空シール手段を用い、中空にした回転軸内部に温度検出手段やヒーターの配線および媒体の循環経路を設ける。内部の配線や媒体の循環経路と外部の制御機器との接続には、スリッピングや回転導入端子等を用いる。

【0023】基体支持体23を回転させる回転伝達手段31は、上記のように基体温度制御手段を内蔵した支持体23の回転軸を兼ねたもの、または図1に示したように、支持体23の軸とは反対側に回転伝達のみを行なう軸を設けたものとする。あるいは、支持体23の下側に基体温度制御手段を内蔵した回転軸を、上側に回転を支持する軸を設けて、基体回転の位置精度を高めるようにする。これらの機構により、基体表面の全面にわたって、一様な膜厚分布や膜特性が確保できる。

【0024】本発明の触媒CVD装置で用いる熱触媒体25の材料としては、原料ガスの少なくとも一部に触媒反応あるいは熱分解反応を起こして、その反応生成物を堆積種となし、かつ触媒材料自身が、昇華や蒸発により堆積される膜中に混入しにくいものが選択される。

【0025】このような材料には、タングステン（W）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、モリブデン（Mo）、Ti、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、コバルト（Co）、Ni、Cr、Mnやそれらの合金がある。

【0026】熱触媒体25の基本的な形状は、基体24あるいはガス吹き出し手段26をほぼ等距離で取り囲むような、基体24より大きな径の筒状であり、ガスが透過する構造を有している。その成形法には、例えば以下のような方法がある。

【0027】上記の材料で作られたワイヤーやフィラメント、リボン等を、セラミックスや石英、タングステン等の支持材を格子状や網目状、メッシュ状、ハニカム状等に組み合わせた筒状支持体に巻き付け、筒状とする。

上記の材料で作られたワイヤーやフィラメント、リボン等を、格子状や網目状、メッシュ状、ハニカム状に組み合わせ、筒状とする。

上記の材料で作られた薄い平板に、円形や三角形、正方形、長方形、菱形、六角形、縦長のスリット状、横長のスリット状、斜めのスリット状、またはそれらの組合せからなる種々の通気孔を多数設けたものを、筒状に成形する。

のような通気孔を設けた、直径の異なる複数の筒状平板を、互いの通気孔が重ならず、かつ互いの筒状平板間にガスの通過する間隙を有するように、二重以上に組み合わせる。

【0028】上記のような熱触媒体25の形状の例を、図4の(a)～(m)に部分図で示す。同図(a)～(c)は、上記の熱触媒体材料36を支持材37に巻き付けた例、同図(d)～(f)は、上記の熱触媒体材料36を組み合わせた例、同図(g)～(k)は、上記の熱触媒体材料で作られた平板38に種々の通気孔39を多数設けた例、同図(l)、(m)は、上記の例を示すものである。

【0029】これらの熱触媒体25には、真空容器22の外部から電流端子36を介して電力が供給され、通電によるジュール熱で500～2000℃、好適には800～1400℃の高温に加熱される。

【0030】熱触媒体25の位置は、基体支持体23に保持された基体24とはほぼ等距離の間隔を有するように、中心軸がほぼ同一となるように配置される。基体との間隔は、生成された堆積種の基体への効率的な輸送や、熱触媒体からの輻射熱による基体や堆積膜の損傷防止などの点から設定され、3～100mm、好適には5～50mm、最適には10～40mmとされる。

【0031】成膜用原料ガスを供給するガス吹き出し手段26は、熱触媒体25を介して基体24とは反対側に配置される。すなわち、触媒CVD装置21のように基体24が真空容器の中央に設置される場合には、基体の外側に配置される熱触媒体25を取り囲むように配置される。この場合のガス吹き出し手段26は、内周面33に多数のガス吹き出し孔32を有する、中空構造の円筒状とする。ガス吹き出し孔32は、小さな円形や三角形、正方形、長方形、菱形、六角形、スリット状などの孔が、基盤目状などの一定間隔や、ガス吹き出しのムラを考慮して分布を持たせた間隔で多数設けられ、基体24へ向けた均一なガス吹き出しを実現する。

【0032】ガス吹き出し手段26は、その外壁が容器22を兼ねる構成にすることで装置の小型化を図れ、それにより、装置を設置する空間の利用効率や装置の取扱い性、装置製作の容易性、後述するように複数個の容器22を配列する場合の量産性などに優れた触媒CVD装置が提供される。このためには、外壁とガス吹き出し孔32を有する内周面33を一体に形成したガス吹き出し手段26としてもよいし、ガス吹き出し孔32の設けられた内周面33となる筒体を容器22の内面に嵌め合わせることで、ガス吹き出し手段26を形成するよう

にしてもよい。また、ガス吹き出し手段26の内部には、ガス分布の一層の均一化を図るために、内周面33に設けたガス吹き出し孔32よりも疎な密度でガス通過孔を開けた金属性の筒体を、バッファ板として設けるとよい。

【0033】このガス吹き出し手段26の内周面33は、成膜中には、基体24と同様に熱触媒体25からの輻射熱を受ける。しかし、ガス吹き出し手段26は成膜用ガスが供給されることによりガスによる冷却作用を受けること、また外壁が真空容器を兼ねていることで、輻射熱を効果的に吸収、放散することができる。従って、この熱触媒体25からの輻射熱を吸収、放散する作用により、基体24へ向かう輻射熱の低減を図れ、基体温度の安定化に寄与することができる。

【0034】このような、ガス吹き出し手段26により輻射熱を吸収、放散する作用は、真空容器を兼ねている外壁に、水冷ジャケットや空冷ジャケット等の冷却手段を設けることで、その効果をより高めることができる。そのような装置の例として、図5に概略構成図を、図6にその横断面図を示す。37が冷却手段としての水冷ジャケットであり、40は冷却水供給口、41は冷却水排出口である。この冷却水の温度や流量は、成膜条件に応じて、適宜設定される。

【0035】本発明の触媒CVD装置に用いられるa-Si系膜の原料ガスは、グロー放電プラズマCVD法で用いられるものと同様である。すなわち、成膜原料ガスとしては、シリコンと水素やハロゲン元素とからなる化合物、例えばSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、SiF<sub>4</sub>、SiCl<sub>4</sub>、SiCl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>等が用いられる。希釈用ガスとしては、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He、Ar、Ne、Xe等が用いられる。価電子制御ガスには、P型不純物としては元素周期表第III族Bの元素(B、Al、Ga等)を含む化合物、例えばB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、B(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>、Ga(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>等が用いられ、N型不純物としては元素周期表第V族Bの元素(P、As、Sb等)を含む化合物、例えばPH<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、AsH<sub>3</sub>、SbH<sub>3</sub>等が用いられる。また、バンドギャップ調整用ガスとしては、バンドギャップを拡大する元素であるC、N、Oを含む化合物、例えばCH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>等や、バンドギャップを狭める元素であるGe、Snを含む化合物、例えばGeH<sub>4</sub>、SnH<sub>4</sub>、Sn(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>等が用いられる。

【0036】成膜に当たっては、これらのガスを減圧弁やマスフローコントローラーなどを用いて所望の流量や混合比に調整し、ガス導入管34より真空容器22に導入して、ガス吹き出し手段26から熱触媒体25を介して基体24表面に供給する。

【0037】成膜時のガス圧力は、0.001～20T

orr、好適には0.005~10Torr、更に好適には0.01~1Torrに設定される。ガス圧力をこの範囲に設定することで、供給されたガスが効率的に分解、輸送される。また反応生成物同士の気相中での2次反応が抑制されることにより、基体上に良質なa-Si系膜を形成することが出来る。なお、より高品質の膜を得るためには、成膜を開始するに先立って、基体がセットされた後の真空容器22内を一旦10<sup>-6</sup>Torr程度の高真空に排気し、容器内の水分や残留不純物ガスを除去しておくことが望ましい。

【0038】以上の各構成の組合せにより、下記のような作用によって、電子写真感光ドラム等の円筒状基体への成膜に適した触媒CVD装置が提供できた。すなわち、基体支持体を筒状とすることで円筒状基体の保持が可能となり、その支持体内部に温度換出手段と加熱手段と冷却手段からなる基体温度制御手段を設けることで、成膜中に熱触媒体からの輻射熱を受けても、ガスの利用効率を低下させることなく基体温度が維持できた。また、基体支持体の回転機構も付加し、その位置精度も高めたことで、基体上への均等な成膜が行なえるようになった。さらに、基体支持体の形状を多面体状とすることにより、複数の平板状基体への成膜も行なえるようになった。

【0039】また、熱触媒体の形状を基体支持体より大きな径の筒状としてそれらの中心軸がほぼ同一となるように配設してガスが透過する構造とし、加えて、その熱触媒体を取り囲むようにガス吹き出し手段を設けて、基体表面へ向けて均等に原料ガスを供給するようにしたことにより、成膜用堆積物を均等に供給でき、基体上への一様な成膜が行なえるようになった。

【0040】また、ガス吹き出し手段の外壁を真空容器を兼ねる構成にしたことで、装置の小型化が図れた。さらに、ガス吹き出し手段に供給される原料ガスによる冷却効果を利用することで、熱触媒体からの輻射熱によって基体が加熱される問題を軽減でき、成膜温度が安定した。この効果は、ガス吹き出し手段の外壁に冷却ジャケットを設けることで、より高められる。

【0041】また、原料ガスとして例示した種々のガスを組み合わせて使用することで、a-Si系膜のバンドギャップや導電性も制御でき、所望の電子写真特性を備えた積層型感光体を作製することができた。

【0042】以下、具体的な実施例を述べる。この触媒CVD装置21により、以下のようにして図21に示す層構成のa-Si電子写真感光ドラムを作製した。図21において、42、43、44および45は、それぞれ導電性の基体、キャリア注入阻止層、光導電層および表面保護層を表す。

【0043】図1および図2の構成の触媒CVD装置21において、熱触媒体25に0.5mm径の純度99.99%のタングステンワイヤーで作られたメッシュを筒

状に巻いたものを用い、熱触媒体と基体との距離は30mmとした。また、基体の加熱手段27にはカートリッジヒーターを、冷却手段28には窒素ガスを用いた。

【0044】この装置21に、表面を鏡面仕上げした直径100mm、長さ360mmの円筒状A1基体をセットし、基体温度を250℃に加熱しながら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより1×10<sup>-6</sup>Torrの真空度まで真空排気を行なった。次に熱触媒体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプの組合せに切り換え、表1の条件でキャリア注入阻止層43、光導電層44、表面保護層45を順次形成し、a-Si電子写真感光ドラム（以下、a-Siドラムと略す）Aを作製した。

【0045】

【表1】

層	ガス流量 (sccm)			熱触媒温度 (℃)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 (μm)
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>				
表面保護層	7	—	200	1500	0.01	60	0.3
光導電層	125	**2	—	1500	0.01	480	20
注入阻止層	50	*2.5	—	1500	0.01	120	2

\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。  
\*\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、200ppmの濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0046】このa-SiドラムAの帯電性を、+6



kVの電圧を印加したコロナ帯電器を用いて測定したところ、500Vの帯電電位を示した。また、光感度特性も500Vからの半減露光量が0.8 lux・secと良好で、残留電位も5V以下と優れた特性を示した。

【0047】そして、このa-SiドラムAを市販の普通紙複写機に搭載して画像評価を行なったところ、画像濃度が高く、バックのかぶりのない、解像力の優れた画像が得られた。また、画像中の黒点や白点等の画像欠陥は、グロー放電プラズマCVD法によるa-Siドラムよりも少なく、高い画像品質であった。

【0048】次に、触媒CVD装置21の基体支持体23を図3のように断面が八角形の形状のものとし、熱触媒体25には、0.5mm径の純度99.99%のタングステンワイヤーを、細い棒状のセラミックス製の支持体を骨組みとして、円筒状に巻いたものを用いた。

【0049】この装置に、幅15mm、長さ240mmの密着型イメージセンサ用の基体をセットして基体温度を250℃に加熱しながら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより $1 \times 10^{-6}$ Torrの真空度まで真空排気を行なった。そして、熱触媒体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプに切り換え、表2の条件でa-SiN層、i型a-Si層、p型a-Si層を順次形成し、a-Si密着型イメージセンサBを作製した。

【0050】

【表2】

層	ガス流量 (sccm)				熱触媒温度 (°C)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
p型a-Si層	1.9	—	2.3	2.0	1500	0.01	30	0.3
i型a-Si層	5.9	—	7.2	—	1500	0.01	90	1.0
a-SiN層	6.7	3.8	8.0	—	1500	0.01	20	0.2

B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、0.2気圧の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0051】この密着型イメージセンサBの明暗特性を波長570nm、光量90 luxのLEDを用いて測定したところ、明暗電流比 $I_p/I_d$ が約 $1 \times 10^3$ と優れた特性を示した。

【0052】(例2)図7に、本発明の請求項2に係る触媒CVD装置46の構成の横断面図を示す。基本的な装置の構成は図1の装置21と同様であるが、この装置46で用いる基体の形状は平板状であり、図7に示すように、複数個の基体24を真空容器22の内壁側に設けられた基体支持体47上に、多面体もしくはほぼ円筒状の形状となるように配置する。

【0053】この装置46においては、ガス吹き出し手

段48は、基体24に向けてガスを供給するように、熱触媒体25の内側に中心軸がほぼ同一となるように配置される。この場合のガス吹き出し手段48は、外周面に多数のガス吹き出し孔32を有する、中空構造の円筒状とする。ガス吹き出し孔32は、装置21と同様に、小さな円形や三角形、正方形、長方形、菱形、六角形、スリット状などの孔が、基盤目等の一定間隔や、ガス吹き出しのムラを考慮して分布を持たせた間隔で多数設けられ、基体24へ向けた均一なガス吹き出しを実現する。このガス吹き出し手段48の内部にも装置21と同様に、ガス分布の均一化を図るためにいくつかのバフ板を設けるとよい。また、装置46ではガス吹き出し手段が真空容器の外壁を兼ねなくてもよい。また、ガス吹き出し手段48として図7に示したような1個の筒体の他に、側面に複数のガス吹き出し孔を有する複数のガス導入管を設置して、熱触媒体25を介して基体24へ向けてガス吹き出しを行なってもよい。

【0054】このガス吹き出し手段48の外周面は、成膜中には、基体24と同様に熱触媒体25からの輻射熱を受ける。しかし、ガス吹き出し手段48は成膜用ガスが供給されることによりガスによる冷却作用を受けることで、輻射熱を効果的に吸収、放散することができる。従って、この熱触媒体25からの輻射熱を吸収、放散する作用により、基体24へ向かう輻射熱の低減が図れ、基体温度の安定化に寄与することができる。

【0055】このような、ガス吹き出し手段48により輻射熱を吸収、放散する作用は、ガス吹き出し手段48の内部に、水冷や空冷等による冷却手段を設けることで、その効果をより高めることができる。このような冷却手段を設けたガス吹き出し手段48を用いた例として、図8にその装置46の横断面図を示す。同図において、49が冷却手段であり、ガス吹き出し手段48の外周面に接して設けられた中空構造の冷却手段49の内部に、冷却水や冷却気体を循環させて、ガス吹き出し手段48の外周面を所望の温度に設定することにより、熱触媒体25からの輻射熱を吸収、放散する。また、真空容器22の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、熱触媒体から基体への輻射熱の一部を吸収、放散する作用を高めることができ、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0056】以上の構成の触媒CVD装置46によれば、下記のような作用によって、複数の平板状基体への成膜に適した触媒CVD装置が提供できた。すなわち、基体支持体を真空容器の内壁側に設けた筒状とすることで複数の平板状基体の保持が可能となり、その支持体内部に温度検出手段と加熱手段と冷却手段からなる基体温度制御手段を設けることで、成膜中に熱触媒体からの輻射熱を受けても、ガスの利用効率を低下させることなく基体温度が維持できた。

【0057】また、熱触媒体を基体支持体の内側に配置

した同軸状の筒型とし、加えて、その熱触媒体の内側にガス吹き出し手段を設けて、基体表面へ向けて均等に原料ガスを供給するようにしたことにより、成膜用堆積物を均等に供給でき、複数の平板状基体上への一様な成膜が行なえるようになった。

【0058】また、基体を真空容器の内壁全体にわたって配置したことで、装置の小型化が図れた。そして、ガス吹き出し手段に供給される原料ガスによる冷却効果を利用することで、熱触媒体からの輻射熱によって基体が加熱される問題を軽減でき、成膜温度が安定した。この効果は、ガス吹き出し手段の内部に冷却手段を追加することで、より高められる。また、真空容器の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0059】更に、原料ガスとして例示した種々のガスを組み合わせて使用することで、a-Si系膜のバンドギャップや導電性を制御できる。

【0060】以下、具体的な実施例を述べる。触媒CVD装置46の基体支持体を、図7に示したように20面体の形状とし、熱触媒体25には、0.5mm厚の純度99.99%のタングステン平板に0.5mmの穴を10mmピッチの基盤目状に開けたものを、円筒状に巻いたものを用いた。

【0061】この装置46に、幅15mm、長さ240mmの密着型イメージセンサ用の基体をセットして、(例1)と同様に基体温度を250℃に加熱しながら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより $1 \times 10^{-6}$  Torrの真空度まで真空排気を行なった。

【0062】次に熱触媒体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプに切り換え、表3の条件でa-SiN層、i型a-Si層、p型a-Si層を順次形成し、a-Si密着型イメージセンサCを作製した。

【0063】

【表3】

層	ガス流量 (sccm)				熱処理温度 (°C)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
p型a-Si層	5.7	—	6.8	6.0	1500	0.01	30	0.1
i型a-Si層	17.7	—	21.6	—	1500	0.01	90	1.0
a-SiN層	20.1	11.4	24.0	—	1500	0.01	20	0.2

B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

設けた例を示す。

【0066】これらの装置で用いる基体の形状は、装置21や装置46と同様に円筒状もしくは平板状のものをを用いる。

【0067】この装置50のように、複数個の真空容器22を並列もしくは円周上に配列して同時に成膜を行なうことで、各真空容器22へのガス供給配管系と排気配管系を共通化することを特徴とする、量産に適した触媒CVD装置が提供される。

【0068】複数個の真空容器のガス供給配管系を共通化する場合には、各原料ガスをマスフローコントローラ等により所望の流量に設定して混合し、その混合ガスの供給配管系にガス分岐配管を設けて、各容器22に向けて分岐して接続する。この分岐配管の管径や各容器22への長さが均等になるように設定することで、均等なガス分配が可能になる。さらに、分岐の部分に、ガス供給配管より大きくかつ真空容器より小さい内径を有するガス供給集器51を設けることで、より均等なガス分配が可能になる。

【0069】また、複数個の容器22のガス排気配管系を共通化する場合には、各容器22からの排気配管35を集合させ、1本の配管にして真空ポンプに接続する。この場合も、配管35の管径や各容器22からの配管の長さが均等になるように設定することで、均等なガス排気が可能になる。さらに、配管の集合部分に、排気配管より大きく真空容器より小さい内径を有するガス排気集器52を設けることで、より均等なガス排気が可能になる。

【0070】以上の構成の触媒CVD装置50によれば、触媒CVD装置21や触媒CVD装置46の作用効果に加えて、下記のような作用によって、電子写真感光ドラム等の複数個の円筒状基体あるいは平板状基体への成膜に適した、量産性に優れた触媒CVD装置が提供できた。

【0071】すなわち、複数個の真空容器を並列もしくは円周上に配列して、それらのガス供給配管系と排気配管系を共通化することにより、装置全体の小型化を図りつつ、多数の基体に同時に均等な成膜が行なえる、量産性に優れた装置となった。そして、ガス供給配管系および排気配管系に、それぞれガス供給集器およびガス排気集器を付設することで、より均等な成膜が行なえる。

【0072】以下、具体的な実験例を述べる。この触媒CVD装置50のそれぞれの真空容器22を、装置21と同様の構成とし、熱処理室25に、0.5mm径の純度99.99%のタングステンワイヤーで作られたメッシュを円筒状に巻いたものを用いた。各容器22に、表面を鏡面仕上げした直径100mm、長さ360mmの円筒状A1基体をセットし、基体温度を250℃に加熱しながら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより1×

【0064】この密着型イメージセンサCの波長570nm、光量90 luxのLEDを用いて測定したところ、明暗電流比  $I_p / I_d$  が約  $1 \times 10^3$  と優れた特性を示した。

【0065】(例3) 図9に、本発明の請求項1または請求項2に係る触媒CVD装置を複数個連結した触媒CVD装置50の構成の概略図を、また図10にその横断面図を示す。この装置50は、装置21または装置46の真空容器22を複数個配置して、ガス供給配管系およびガス排気配管系を共通化したものであり、図9および図10では、4個の真空容器22を円周状に配置し、後述するガス供給集器51およびガス排気集器52を

10-6 Torrの真空度まで真空排気を行なった。

【0073】次に、各真空容器の熱触媒体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプに切り換え、表4の条件でキャリア注入阻止層43、光導電層44、表面保護層45を形成し、a-SiドラムD1～D4を作製した。

【0074】

【表4】

層	ガス流量 (sccm)			熱触媒温度 (℃)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 (μm)
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>				
表面保護層	28	—	800	1500	0.01	70	0.3
光導電層	500	**8	—	1500	0.01	500	20
注入阻止層	200	*10	—	1500	0.01	140	2

\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。  
\*\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>ガスは、20ppmの濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0075】このa-SiドラムD1～D4の帯電特性を、+6kVの電圧を印加したコロナ帯電器を用いて測定したところ、いずれも500Vの帯電電位を示した。また、光感度特性も500Vからの半減露光量が0.8 lux・secと良好で、残留電位も5V以下と優れた特性を示した。

【0076】そして、このa-SiドラムD1～D4を市販の普通紙複写機に搭載して画像評価を行なったとこ

ろ、いずれも画像濃度が高く、バックのかぶりのない、解像力の優れた画像が得られた。また、画像中の黒点や白点等の画像欠陥は、グロー放電プラズマCVD法によるa-Siドラムよりも少なく、高い画像品質であった。

【0077】これにより、本構成の触媒CVD装置50は、一度の成膜工程で複数のa-Siドラムの製作が可能で、量産性に優れた触媒CVD装置であることが確認された。

【0078】(例4)図11に、本発明の請求項3に係る触媒CVD装置53の構成の概略図を、また図12にその横断面図を示す。この装置53は、円周上に配置した複数の円筒状の基体に同時に成膜を行なうものである。また、基体支持体23の形状を図3に示したものと同様にすると、複数の平板状の基体にも同時に成膜を行なうことができる。

【0079】この装置53では、基体24が真空容器54の内壁と熱触媒体との間に設置されるので、ガス吹き出し手段48は、複数の基体24に向けてガスを供給するように、熱触媒体25の内側に配置される。このガス吹き出し手段48も、外周面に多数のガス吹き出し孔32を有する、中空構造の筒状とする。ガス吹き出し孔32は、小さな円形や三角形、正方形、長方形、菱形、六角形、スリット状などの孔が、着目等の一定間隔で多数設けられ、複数の基体24へ向けての均一なガス吹き出しを実現する。ここでも、ガス分布の均一化を図るために、内部にいくつかのバッファ板を設けるとよい。また、装置53でもガス吹き出し手段48が容器54の外壁を兼ねなくてもよいので、ガス吹き出し手段48として図11および図12に示したような1個の筒体の他に、側面に複数のガス吹き出し孔を有する複数のガス導入管により、熱触媒体25を介して複数の基体24へ向けてガス吹き出しを行なってもよい。

【0080】このガス吹き出し手段48の外周面は、成膜中には、基体24と同様に熱触媒体25からの輻射熱を受ける。しかし、ガス吹き出し手段48は成膜用ガスが供給されることによりガスによる冷却作用を受けることで、輻射熱を効果的に吸収、放散することができる。従って、この熱触媒体25からの輻射熱を吸収、放散する作用により、基体24へ向かう輻射熱の低減が図れ、基体温度の安定化に寄与することができる。

【0081】このような、ガス吹き出し手段48により輻射熱を吸収、放散する作用は、ガス吹き出し手段48の内部に、水冷や空冷等による冷却手段を設けることで、その効果をより高めることができる。このような冷却手段を設けたガス吹き出し手段48を用いた例として、図13にその概略構成図を、図14にその横断面図を示す。図13および図14において、49が冷却手段であり、ガス吹き出し手段48の外周面に接して設けら

れた中空構造の冷却手段49の内部に、冷却水や冷却気体を循環させて、ガス吹き出し手段48の外周面を所望の温度に設定することにより、熱触媒体25からの輻射熱を吸収、放散する。また、真空容器54の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、熱触媒体から基体への輻射熱の一部を吸収、放散する作用を高めることができ、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0082】以上の構成の触媒CVD装置53によれば、下記のような作用によって、電子写真感光ドラム等の複数個の円筒状基体あるいは複数個の平板状基体への成膜に通した、量産性に優れた触媒CVD装置が提供できた。

【0083】すなわち、筒状とした複数の基体支持体を真空容器内に円周上に配列することで複数個の円筒状基体の保持が可能となり、その支持体内部に温度換出手段と加熱手段と冷却手段からなる基体温度制御手段を設けることで、成膜中に熱触媒体からの輻射熱を受けても、ガスの利用効率を低下させることなく基体温度が維持できた。また、基体支持体の回転機構も付加し、その位置精度も高めたことで、複数個の基体上へ同時に均等な成膜が行なえるようになった。さらに、それぞれの基体支持体を多面体状とすることにより、多数の平板状基体への同時成膜も行なえるようになった。これにより、1台の装置での1回の成膜工程で、多数の基体へ成膜が行なえる、量産性に優れた触媒CVD装置が提供できた。

【0084】また、熱触媒体の形状を容器中央のガス吹き出し手段を一様に取り囲むようにし、加えて、その熱触媒体と中心軸がほぼ同一となるように複数の基体支持体を同心円上に配列して、基体表面へ向けて均等に原料ガスを供給するようにしたことにより、成膜用堆積物を均等に供給でき、複数個の基体上への一様な成膜が行なえるようになった。

【0085】また、真空容器の中に多数の基体を配置する構成にしたことで、装置の小型化が図れた。さらに、ガス吹き出し手段に供給される原料ガスによる冷却効果を利用することで、熱触媒体からの輻射熱によって基体が加熱される問題を軽減でき、成膜温度が安定した。この効果は、ガス吹き出し手段の内部に冷却手段を追加することで、より高められる。また、真空容器の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0086】以下、具体的な実施例を述べる。図11および図12に示したように、触媒CVD装置53の真空容器54内部に、16本の基体支持体23を円周上に配置し、熱触媒体25には、0.5mm径の純度99.99%のタングステンワイヤーで作られたメッシュを円筒状に巻いたものを用いた。

【0087】この装置53の各支持体23に、表面を鏡面仕上げした直径30mm、長さ260mmの円筒状A1基体24をセットし、基体温度を250℃に加熱しな

がら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより $1 \times 10^{-6}$ Torrの真空度まで真空排気を行なった。

【0088】次に、複数の基体支持体の列の内側に配置された熱触媒体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプに切り換え、表5の条件でキャリア注入阻止層43、光導電層44、表面保護層45を形成し、a-SiドラムE1～E16を作製した。

【0089】

【表5】

層	ガス流量 (sccm)			熱触媒温度 (℃)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 (μm)
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>				
表面保護層	35	—	1000	1500	0.01	100	0.3
光導電層	625	**9	—	1500	0.01	800	20
注入阻止層	250	*12	—	1500	0.01	180	2

\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。  
\*\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>ガスは、20ppmの濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0090】このa-SiドラムE1～E16の帯電特性を、+6kVの電圧を印加したコロナ帯電器を用いて測定したところ、いずれも500Vの帯電電位を示した。また、光感度特性も500Vからの半減露光量が0.8 lux・secと良好で、残留電位も5V以下と優れた特性を示した。

【0091】そして、このa-SiドラムE1～E16を市販の普通紙複写機に搭載して画像評価を行なったところ、いずれも画像濃度が高く、バックのかぶりのない、解像力の優れた画像が得られた。また、画像中の黒点や白点等の画像欠陥は、グロー放電プラズマCVD法によるa-Siドラムよりも少なく、高い画像品質であった。

【0092】これにより、本構成の触媒CVD装置53は、1度の成膜工程で多数のa-Siドラムの製作が可能な、量産性に優れた触媒CVD装置であることが確認された。

【0093】(例5) 図15に、本発明の請求項4に係る触媒CVD装置55の構成の概略図を、また図16にその横断面図を示す。この装置55は、直線状に並列した複数個の円筒状の基体に同時に成膜を行なうものである。また、基体支持体57の形状を図3に示したものと同等にすると、複数個の平板状の基体にも同時に成膜を行なうことができる。

【0094】この装置55の真空容器56には、基体24のセットや取り出しが一体的に行なえるように、直線状に並列した複数個の基体24と直交する側の容器56の側壁に、いくつかのゲートバルブ58が設けられる。そして、このゲートバルブ58を介して複数の真空容器56を連結させることにより、成膜室の前後に真空排気や予備加熱を行ったり、冷却や真空リークを行ったりする予備室を設けたり、各層毎の成膜室を分離することによって各層の膜質の向上を図る、いわゆるインライン型の量産性に優れた触媒CVD装置とすることも可能となった。

【0095】この装置55においては、複数個の基体支持体57が一体となって真空容器56中を移動できるような構造とするために、複数個の支持体57が車輪59を備えた台車60に一体的に設置され、基体温度制御手段61や回転伝達手段62は、真空中で接続や切り離しが可能なように構成される。このような接続機構としては、電気的な接続線については電流接続端子とソレノイドの組合せやスリップリングとブラシの組合せ等が用いられ、媒体についてはクイックカップリングとソレノイドの組合せ等が用いられる。また、回転や搬送の動力の伝達については、ギヤ同士の組合せやギヤとソレノイドの組合せ等が用いられる。

【0096】この装置55のように複数個の基体24が直線状に並列される場合には、ガス吹き出し手段63は平面形状とし、熱触媒体64を介して基体24とは反対側に配置する。このガス吹き出し手段63は、基体24と対向する外面にガス吹き出し孔32を有する、中空平板状とする。このガス吹き出し孔32も、基盤目等の一定間隔や、ガス吹き出しのムラを考慮して分布を持たせた間隔で多数設けられ、基体24へ向けての均一なガス吹き出しを実現する。ここでも、ガス分布の層の均一

化を図るために、内部にいくつかのバッファ板を設けるとよい。また、装置55でもガス吹き出し手段63が容器56の外壁を兼ねなくてもよい。また、ガス吹き出し手段63として図15および図16に示したような1個の中空平板の他に、側面に複数のガス吹き出し孔を有する複数のガス導入管により、熱触媒体64を介して複数個の基体24へ向けてガス吹き出しを行なってもよい。

【0097】このガス吹き出し手段63の外面は、成膜中には、基体24と同様に熱触媒体64からの輻射熱を受ける。しかし、ガス吹き出し手段63は成膜用ガスが供給されることによりガスによる冷却作用を受けることで、輻射熱を効果的に吸収、放散することができる。従って、この熱触媒体64からの輻射熱を吸収、放散する作用により、基体24へ向かう輻射熱の低減が図れ、基体温度の安定化に寄与することができる。

【0098】このような、ガス吹き出し手段63により輻射熱を吸収、放散する作用は、ガス吹き出し手段63の内部に、水冷や空冷等による冷却手段を設けることで、その効果をより高めることができる。また、真空容器の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、熱触媒体から基体への輻射熱の一部を吸収、放散する作用を高めることができ、輻射熱の影響をより一層軽減できる。このような冷却手段を設けたガス吹き出し手段63を用いた例として、図17にその概略構成図を、図18にその横断面図を示す。図17および図18において、65が冷却手段であり、ガス吹き出し手段63の外周面に接して設けられた中空構造の冷却手段65の内部に、冷却水や冷却気体を循環させて、ガス吹き出し手段63の外周面を所望の温度に設定することにより、熱触媒体64からの輻射熱を吸収、放散する。また、真空容器56の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、熱触媒体から基体への輻射熱の一部を吸収、放散する作用を高めることができ、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0099】なお、上記の例では直線状に並列した複数個の基体支持体をガス吹き出し手段の両側に並設した場合を示したが、片側のみに並設しても同様に良好な成膜結果が得られ、量産性に優れた触媒CVD装置となることは、言うまでもない。

【0100】以上の構成の触媒CVD装置55によれば、下記のような作用によって、電子写真感光ドラム等の複数個の円筒状基体あるいは複数個の平板状基体への成膜を繰り返し行なうことのできる、量産性に優れた触媒CVD装置が提供できた。

【0101】すなわち、筒状とした複数の基体支持体を真空容器内に直線状に並列することで複数個の円筒状基体の保持が可能となり、その支持体内部に温度検出手段と加熱手段と冷却手段からなる基体温度制御手段を設けることで、成膜中に熱触媒体からの輻射熱を受けても、ガスの利用効率を低下させることなく基体温度が維持で

きた。また、基体支持体の回転機構も付加し、その位置精度も高めたことで、複数個の基体上へ同時に均等な成膜が行なえるようになった。さらに、それぞれの基体支持体を多面体状とすることにより、多数の平板状基体への同時成膜も行なえるようになった。直線状に並列された基体が一体となって真空容器中を移動できる構成としたので、いわゆるインライン型の成膜装置に適用でき、これにより、1台の装置での1回の成膜工程で、多数の基体へ成膜が行なえて、かつ繰り返して成膜を行なえる、量産性に優れた触媒CVD装置が提供できた。

【0102】また、触媒基体の形状を容器中央のガス吹き出し手段を一周に覆うようにし、加えて、その触媒基体を介して基体支持体を直線状に並列して、基体表面へ向けて均等に原料ガスを供給するようにしたことにより、成膜用堆積物を均等に供給でき、複数個の基体上への一様な成膜が行なえるようになった。

【0103】また、真空容器の中に多数の基体を配置する構成にしたことで、装置の小型化が図れた。さらに、ガス吹き出し手段に供給される原料ガスによる冷却効果を利用することで、触媒基体からの輻射熱によって基体が加熱される問題を軽減でき、成膜温度が安定した。この効果は、ガス吹き出し手段の内部に冷却手段を追加することで、より高められる。また、真空容器の外壁にさらに冷却手段を追加することにより、輻射熱の影響をより一層軽減できる。

【0104】以下、具体的な実施例を述べる。図15および図16に示したように、触媒CVD装置55に円筒状基体を直線状に5本ずつ並列し、触媒基体64には、0.5mm厚の純度99.99%のタングステン平板に0.5mm径の穴を10mmピッチの基盤目状に開けたものをを用いた。

【0105】この装置55に、表面を鏡面仕上げした直径80mm、長さ360mmの円筒状Al基体を、台車60上に直線状に5本並列した基体支持体57にセットし、容器56側面に設けたゲートバルブ58を通して、ガス吹き出し手段63の両側に2列に配置した。そして、基体温度を250℃に加熱しながら、ロータリーポンプと油拡散ポンプにより $1 \times 10^{-6}$ Torrの真空度まで真空排気を行なった。

【0106】次に、基体支持体列とガス吹き出し手段の間に設置された触媒基体を、通電して1500℃に加熱し、真空ポンプをロータリーポンプとブースターポンプに切り換え、表6の条件でキャリア注入阻止層43、光導電層44、表面保護層45を形成し、a-SiドラムF1～F10を作製し、セット時と反対側のゲートバルブ58を通して取り出した。

【0107】

【表6】

層	ガス流量 (sccm)			無触媒温度 (°C)	ガス圧 (Torr)	時間 (分)	膜厚 (μm)
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>				
表面保護層	28	—	800	1500	0.01	70	0.3
光導電層	500	**8	—	1500	0.01	600	20
注入阻止層	200	*10	—	1500	0.01	140	2

\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。  
\*\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、20ppmの濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0108】このa-SiドラムF1～F10の帯電特性を、+6kVの電圧を印加したコロナ帯電器を用いて測定したところ、いずれも500Vの帯電電位を示した。また、光感度特性も500Vからの半減露光量が0.8 lux・secと良好で、残留電位も5V以下と優れた特性を示した。

【0109】そして、このa-SiドラムF1～F10を市販の普通紙複写機に搭載して画像評価を行なったところ、いずれも画像濃度が高く、バックのかぶりのない、解像力の優れた画像が得られた。また、画像中の黒点や白点等の画像欠陥は、グロー放電プラズマCVD法によるa-Siドラムよりも少なく、高い画像品質であった。

【0110】これにより、本構成の触媒CVD装置55は、一度の成膜工程で多数のa-Siドラムの製作が可能で、量産性に優れた触媒CVD装置であることが確認

された。

【0111】(例6)(比較例)

図20に示したグロー放電プラズマCVD装置1の基体支持体3に、表面を鏡面仕上げした直径100mm、長さ360mmの円筒状A1基体4をセットし、ロータリーポンプとブースターポンプからなる真空ポンプで排気しながら、表7の条件でキャリア注入阻止層43、光導電層44、表面保護層45を形成し、(例1)と同様の図21に示す層構成のa-SiドラムGを作製した。

【0112】

【表7】

層	ガス流量 (sccm)				RF電力 (W)	ガス圧力 (Torr)	基板温度 (°C)	膜厚 (μm)
	SiH <sub>4</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>	NO				
表面保護層	7	—	280	—	150	0.40	270	0.3
光導電層	150	**2	—	—	150	0.40	270	20
注入阻止層	60	*3	—	4	80	0.40	270	2

\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、0.2%の濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。  
\*\*のB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスは、20ppmの濃度でH<sub>2</sub>希釈されている。

【0113】このa-SiドラムGの帯電特性を、(例

1)と同様に+6kVの電圧を印加したコロナ帯電器を用いて測定したところ、帯電電位は400Vであった。また、残留電位は5V以下と良好であったが、光感度特性は500Vからの半減露光量が0.9 lux・secで、本発明によるa-SiドラムAおよびD~Fに比べて、特性がやや劣る結果であった。

【0114】そして、このa-SiドラムGを市販の普通紙複写機に搭載して画像評価を行なったところ、バックのかぶりはなく、解像力も良好な画像であったが、画像濃度がやや低かった。また、グロー放電分解による成膜中に発生する粉体の影響で、本発明によるa-SiドラムAおよびD~Fに比べて、画像中の黒点や白点等の画像欠陥が多く、やや劣る画像品質であった。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により、円筒状基体に良好な膜質のa-Si系膜を形成できる、電子写真感光体用の触媒CVD装置が提供できた。基体と熱触媒体とガス吹き出し手段の配置を本発明の構成にすることにより、ガス利用効率を低下させることなく、基体への均等な成膜が行なえる。また、基体支持体に設けた基体温度制御手段やガス吹き出し手段の熱調整吸収作用によっても、成膜時の基体温度が安定し、良質なa-Si系膜を形成できる。そして、これらの触媒CVD装置によれば、基体支持体の形状を変更することで、複数の平板状基体への成膜が可能である。

【0116】また本発明により、一度の成膜工程で複数の平板状基体または円筒状基体に成膜できる、量産性に優れた電子写真感光体用の触媒CVD装置が提供できた。この装置によっても、基体支持体の形状を変更することによって、複数の平板状基体への成膜が可能である。

【0117】さらに本発明により、複数の真空容器や成膜室を連結して、一度の成膜工程で複数の基体へ成膜でき、加えて、複数の基体を間欠的に成膜室へ送り込んで、連続的に繰り返して成膜を行なうことができる、量産性に優れた電子写真感光体用の触媒CVD装置も提供できた。この装置によっても、基体支持体の形状を変更することによって、複数の平板状基体への成膜が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置の概略構成図である。

【図2】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置の横断面図である。

【図3】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置の横断面図である。

【図4】本発明の触媒CVD装置の熱触媒体の形状の例を示す図である。

【図5】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置の他の構成の概略図である。



【図6】本発明の請求項1に係る触媒CVD装置の他の構成の横断面図である。

【図7】本発明の請求項2に係る触媒CVD装置の横断面図である。

【図8】本発明の請求項2に係る触媒CVD装置の他の構成の横断面図である。

【図9】本発明の請求項1または請求項2に係る触媒CVD装置を複数個連結した触媒CVD装置の概略構成図である。

【図10】本発明の請求項1または請求項2に係る触媒CVD装置を複数個連結した触媒CVD装置の横断面図である。

【図11】本発明の請求項3に係る触媒CVD装置の概略構成図である。

【図12】本発明の請求項3に係る触媒CVD装置の横断面図である。

【図13】本発明の請求項3に係る触媒CVD装置の他の構成の概略構成図である。

【図14】本発明の請求項3に係る触媒CVD装置の他の構成の横断面図である。

【図15】本発明の請求項4に係る触媒CVD装置の概略構成図である。

【図16】本発明の請求項4に係る触媒CVD装置の横断面図である。

【図17】本発明の請求項4に係る触媒CVD装置の他の構成の概略構成図である。

【図18】本発明の請求項4に係る触媒CVD装置の他の構成の横断面図である。

【図19】従来の触媒CVD装置の概略構成図である。

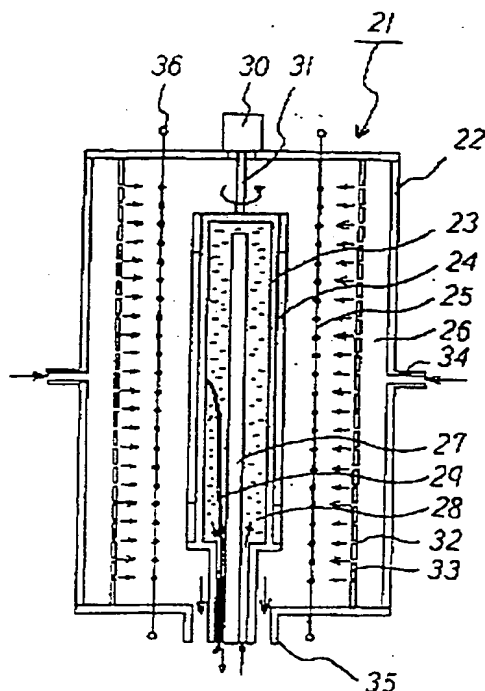
【図20】グロー放電プラズマCVD装置の概略構成図である。

【図21】a-Si電子写真感光ドラムの層構成を示す断面図である。

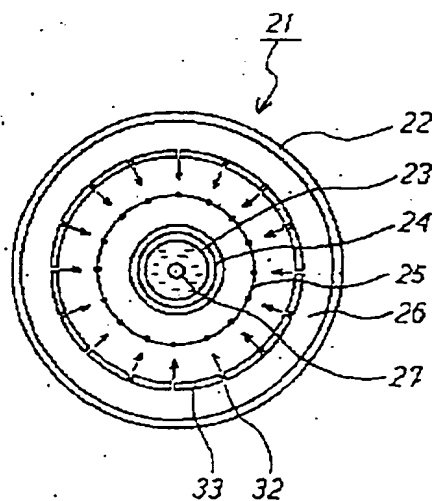
【符号の説明】

2、14、22、54、56・・・真空容器  
3、23、47、57・・・基体支持体  
4、16、24・・・基体  
17、25、64・・・熱触媒体  
18、26、48、63・・・ガス吹き出し手段  
10、20、27・・・加熱手段  
28・・・冷却手段  
29・・・温度検出手段  
12、31、62・・・回転伝達手段

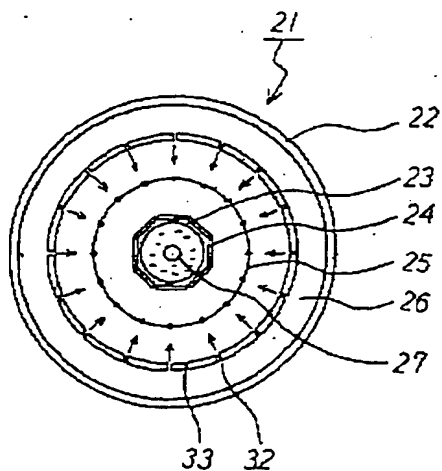
【図1】



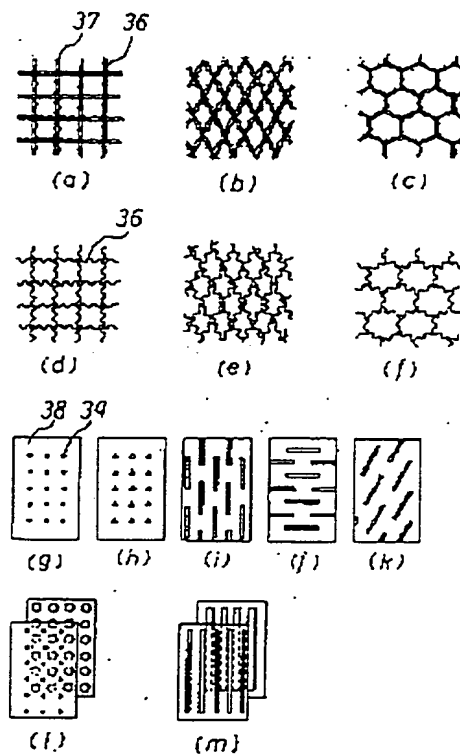
【図2】



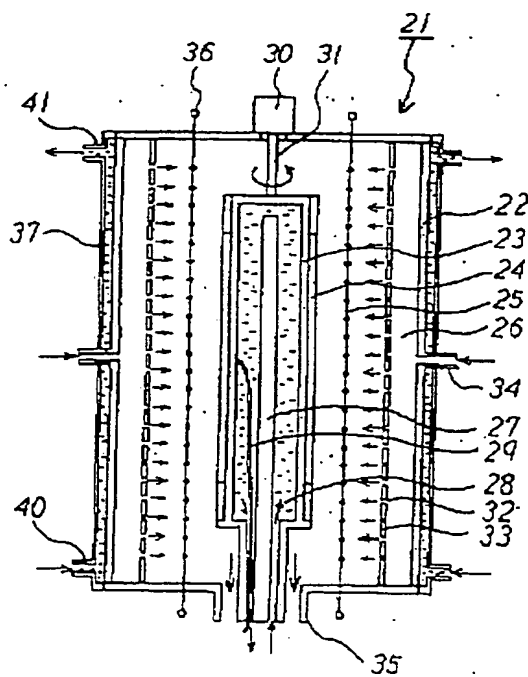
【図3】



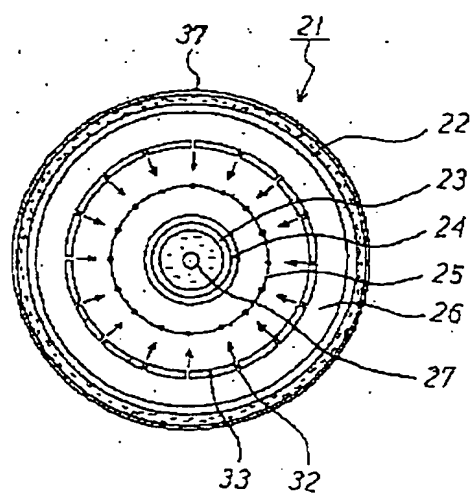
【図4】



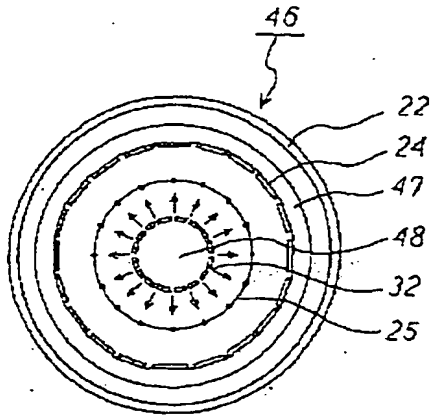
【図5】



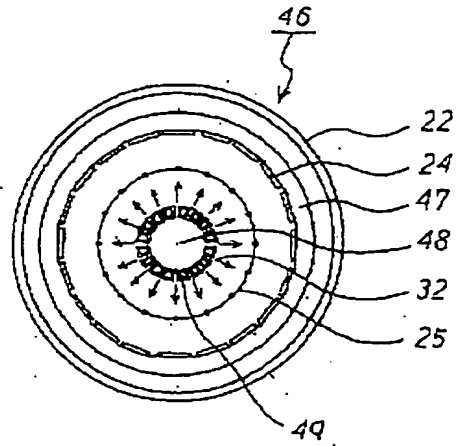
【図6】



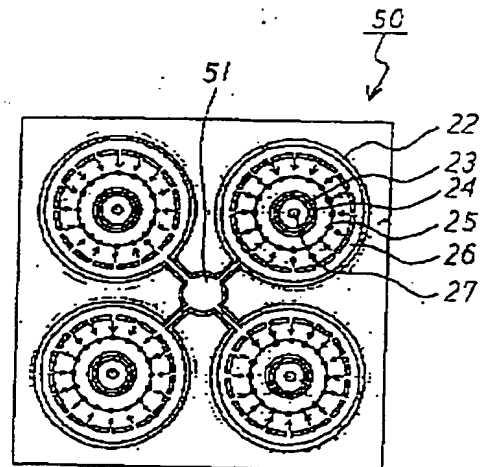
【図7】



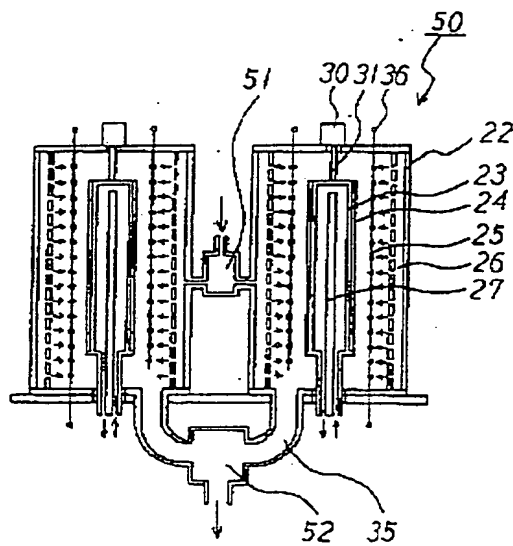
【図8】



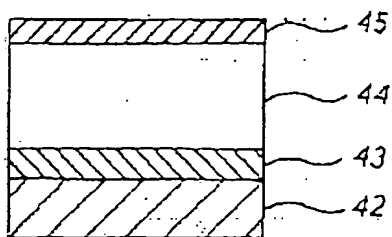
【図10】



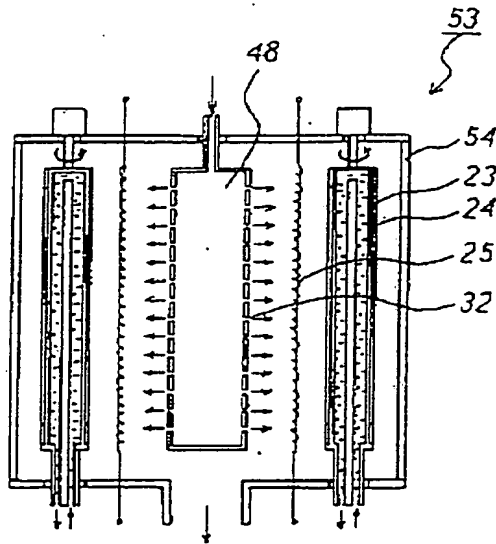
【図9】



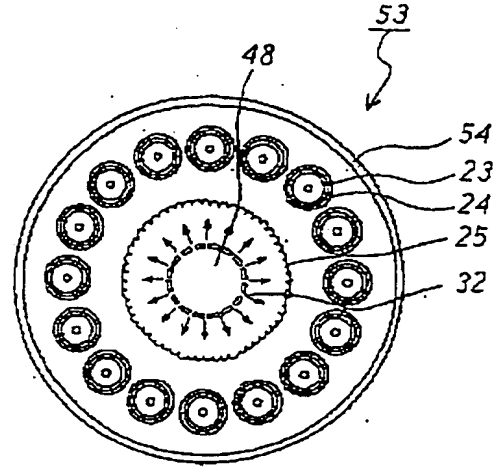
【図21】



【図11】

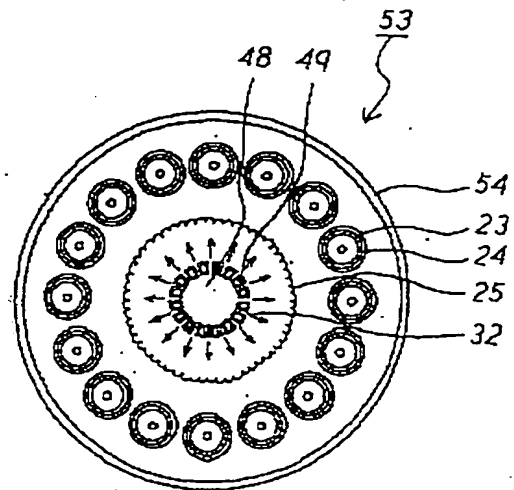
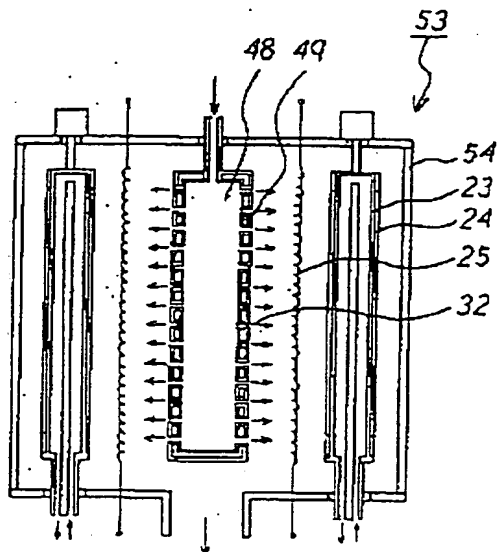


【図12】

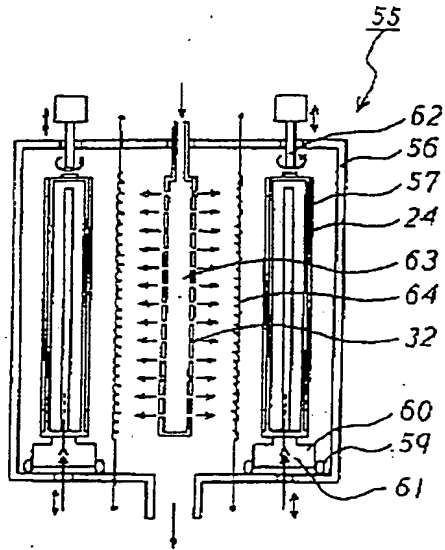


【図14】

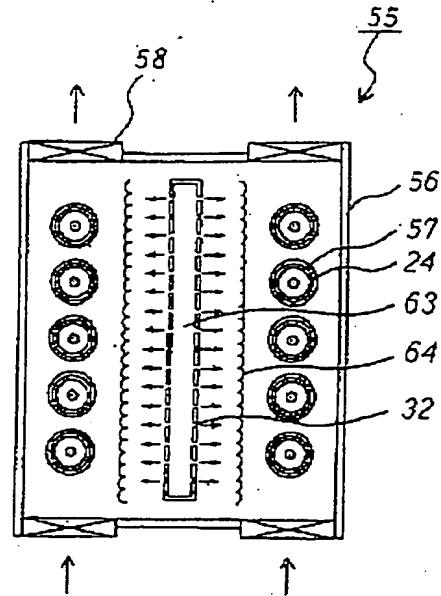
【図13】



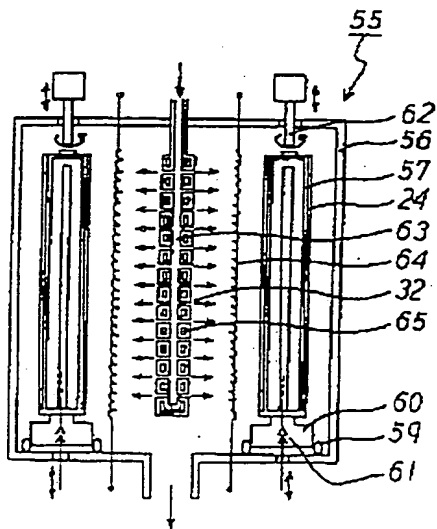
【図15】



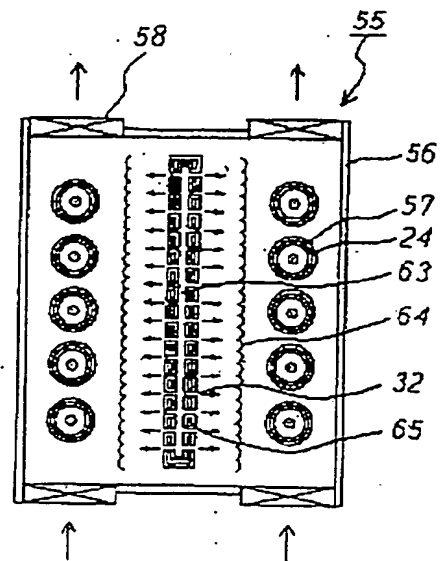
【図16】



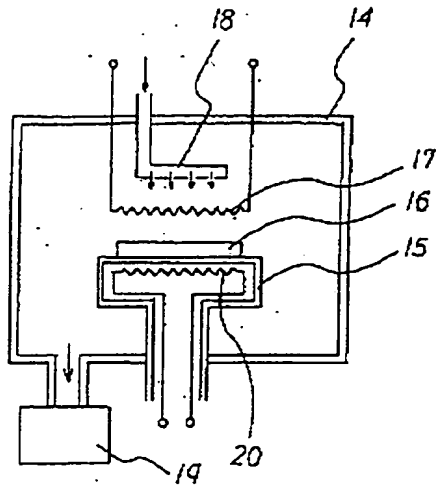
【図17】



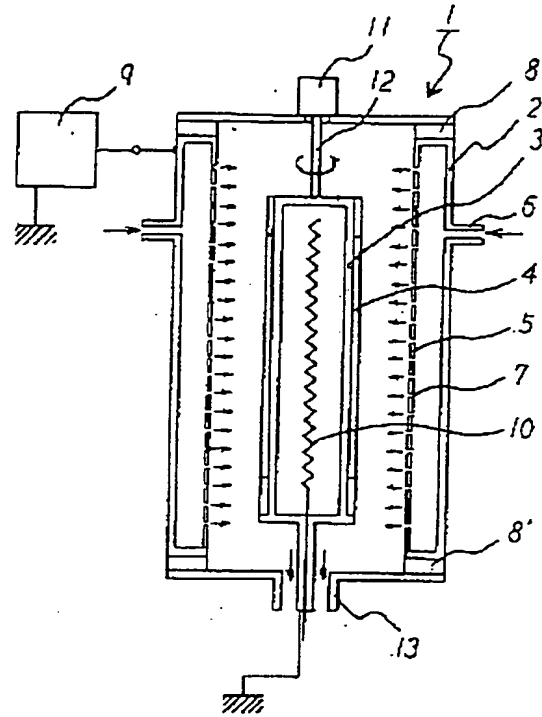
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 5  
G 0 3 G 5/08  
H 0 1 L 21/205  
31/04

識別記号 庁内整理番号  
3 6 0 9223-2H

F I

技術表示箇所